ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติการหล่อลื่น และความเสียดทาน

ก.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติการหล่อลื่น

The BOCLE Machine (Ball On CylinderLubricity Evaluator)

โดยใช้ลูกบอลรับน้ำหนักแล้วไปกดทรงกระบอกซึ่งหมุนอยู่ในอ่างที่มีน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบเป็นตัวหล่อลื่น หลังจากนั้นวัดค่าร่องรอยที่เกิดขึ้นในลูกบอล ซึ่งวิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในการทดสอบคุณสมบัติความหล่อลื่นของน้ำมันในสหรัฐอเมริกา ดังรูป ก.1

The HFRR Machine (High Frequency Reciprocating Rig)

โดยใช้ลูกบอลรับน้ำหนักแล้วไปกดแผ่นระนาบซึ่งทั้งสองจะแช่อยู่ในอ่างที่มีน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบเป็นตัวหล่อลื่น ซึ่งลูกบอลนี้จะเคลื่อนที่ตามแผ่นระนาบเรียบด้วยการสั่นคงที่ หลังจากนั้นวัดค่าร่องรอยที่เกิดขึ้นในลูกบอล วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในการทดสอบคุณสมบัติความหล่อลื่นของน้ำมันในยุโรป ดังรูป ก.2

The B.O.T.S. Machine (Ball On Three Seats)

โดยใช้ลูกบอลรับน้ำหนักแล้วกดไปที่ขาตั้ง 3 จุด ซึ่งจะเป็นตัวยึดให้ลูกบอลหมุนอยู่บนขาตั้ง ซึ่งทั้งสองส่วนจะแช่อยู่ในอ่างที่มีน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบเป็นตัวหล่อลื่น แล้วให้แรงเหวี่ยงที่ลูกบอลเพื่อให้ลูกบอลหมุนอยู่บนขาตั้ง หลังจากนั้นวัดค่าการหล่อลื่นโดยการนำขาตั้งทั้ง 3 จุดมาวัดหาค่าน้ำหนักที่หายไปเนื่องจากการสึกหรอ ดังรูป ก.3

ก.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติการเสียดทาน

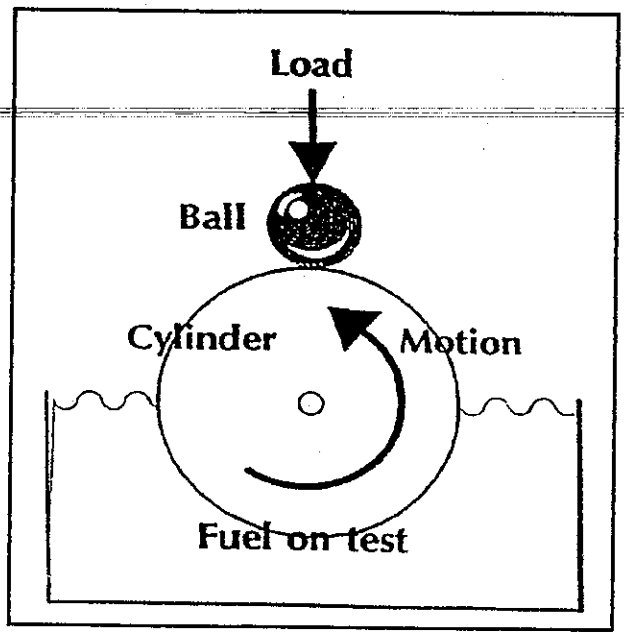
PLINT Friction Machine

มีลักษณะและหลักการคล้ายกับอุปกรณ์ The HFRR Machine เพียงแต่มีอุปกรณ์วัดค่าความเสียดทานเพิ่มเติม ดังรูป ก.4

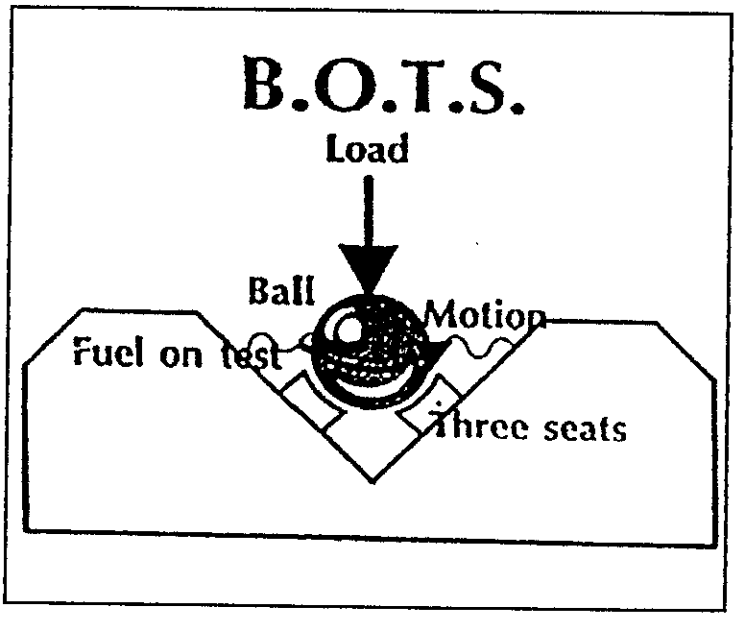
Cylinder/Cylinder tribometer

มีลักษณะและหลักการคล้ายกับอุปกรณ์ The BOCLE Machine เพียงแต่มีอุปกรณ์วัดค่าความเสียดทานเพิ่มเติม ดังรูป ก.5

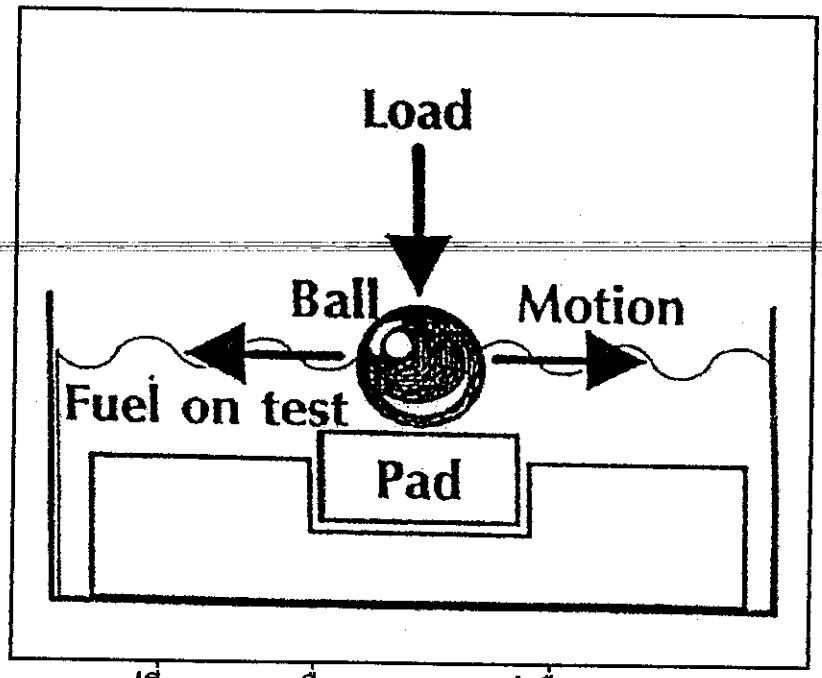
Lubricity Test Machines



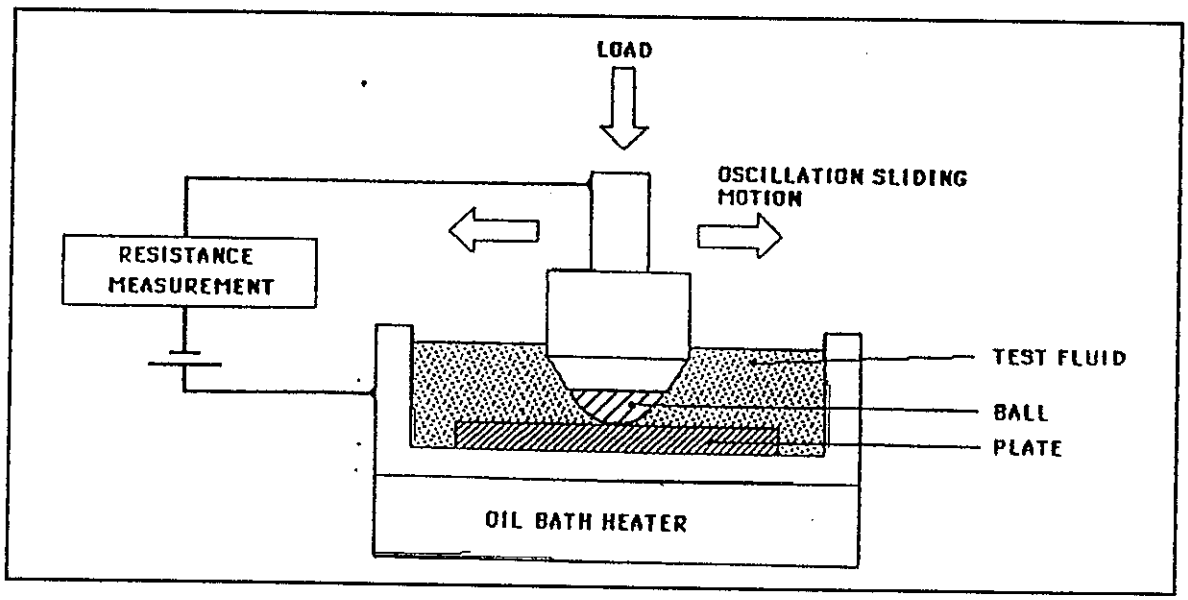
รูปที่ ก.1 แสดงเครื่องทดสอบการหล่อลื่น แบบ B.O.C.L.E



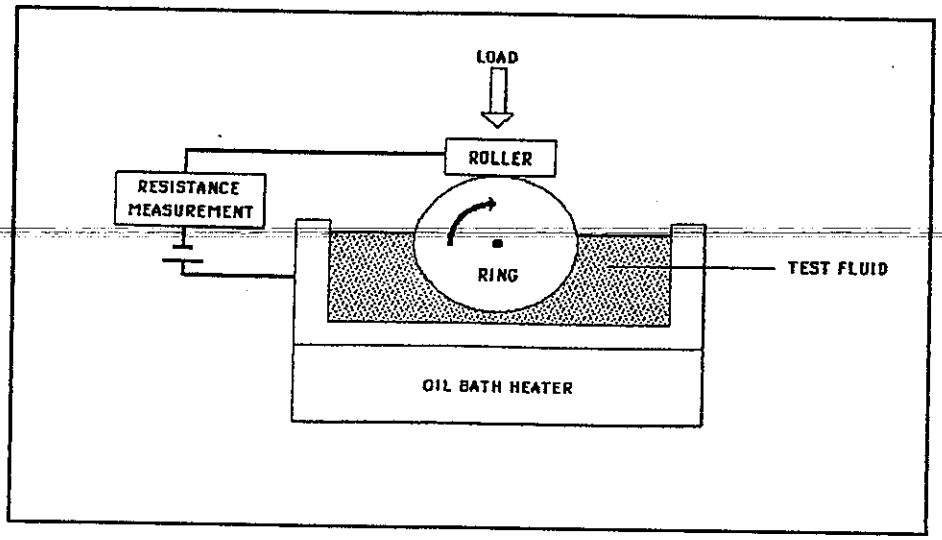
รูปที่ ก.2 แสดงเครื่องทดสอบการหล่อลื่น แบบ H.F.R.R



รูปที่ ก.3 แสดงเครื่องทดสอบการหล่อลื่น แบบ B.O.T.S



รูปที่ ก.4 แสดงเครื่องทดสอบความเสียดทานแบบ PLINT



รูปที่ ก.5 แสดงเครื่องทดสอบความเสียดทานแบบ Cylinder

ภาคผนวก ข. การวิจัยน้ำมันไบโอดีเซลในอดีต

ตารางที่ ข.1 แสดงงานวิจัยเรื่องไบโอดีเซลทั้งหมดตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982-1993

INVESTIGATOR	ENGINE (S)	FUEL (S)	TEST TYPE or CONDITIONS	INCREASED (vs.DIESEL)	DECREASED (vs.DIESEL)
Venture et al., 1982 (Brazil & Germany)	4C,DI	SB/ME	Endurance Tests @ 200 [hrs] ea.		Lube oil viscosity
		PE/ME	Endurance Test 100 [hrs]		Lube oil viscosity
	4C,DI 6C,DI	SB/ME	Field Tests	White Smoke (reduced by advance in inj. Timing)	Lube oil viscosity Black smoke
Geyer et al., 1984	1C,DI, NA	CS/ME SF/ME	1/3,2/3 & Full Rack @ 2400 rpm	NO_x Thermal Efficiency Aldyhydes Formaldehydes	Particulates
Wagner et al., 1984	4C,DI, TC	SB/ME SB/EE SB/BE	EMA Cycle 200 [hrs]	NO_x Fuel Consumption	Power output
Einfalt & Goering, 1985	6C,DI, NA	SB/ME	Engine Durability Test 578 [hrs]	Fuel Consumption	Lube oil viscosity
Mittelbach et al., 1985 (Austia)	4C,DI, TC EGR	RS/ME (Raw) RS/ME (Half Rfd.)	US-FTP 75	NO_x Fuel Consumption Formaldehydes	Hydrocarbons
Mittelbach & Tritthart, 1988 (Austrial)	4C,DI, TC EGR	UF/ME	US-FTP 72 HEFET	NO_x	Hydrocarbons CO Particulates
Zhang et al., 1988	3c,DI, NA	RS/ME	EMA Cycle 200 [hrs]		Lube oil viscosity

INVESTIGATOR	ENGINE (S)	FUEL (S)	TEST TYPE or CONDITIONS	INCREASED (vs.DIESEL)	DECREASED (vs.DIESEL)
Perkins et al., 1991	3D,DI, NA	RS/ME	EMA Cycle 1000 [hrs]	Fuel Consumption	Lube oil viscosity Coking
		RS/ME /D	EMA Cycle 1000 [hrs]		Fuel Consumption
Rao & Gopalakrishnan 1991 (India)	1C,DI	KA/ME SB/ME SF/ME RS/ME RB/ME	Various load conditions Rg : 20-100% rated output	Smoke	Thermal efficiency (except RB/ME) Ignition Delay
Feldman & Peterson, 1992	3C,DI, NA	RS/ME	EMA Cycle 200 [hrs] Advance Inj. Timing 2 deg.	Power Output	Smoke Exhaust gas temperature Smoke Peak pressure Ignition delay
Peterson et al. 1992	4C,DI, TC 1C,PC	RS/ME RS/ME	Short-term & Eng.Durabiltiy Tests 300 [hrs]	Fuel Consumption Inj. Coking (ME)	Output power (EE lowest) Torque (EE lowest) Smoke Exhaust Temp
Schumacher et al., 1992	6C,DI, TC 6C,DI, TC & IC	SB/ME SB/ME	On-road vehicle test 550 [hrs] Power Tests & Emission Tests Power Tests & Emissions Tests	Power output NO_x Fuel Consumption	CO CO_2 Hydrocarbons Power output Smoke CO Hydrocarbons Particulates

INVESTIGATOR	ENGINE (S)	FUEL (S)	TEST TYPE or CONDITIONS	INCREASED (vs.DIESEL)	DECREASED (vs.DIESEL)
Fosseen & Goetz , 1993 (U.S.&Canada)	6C,DI,TC	SB/ME /D	Various Load Conditions	NO_x Fuel Consumption	Power output Particulates Hydrocarbons CO
Marshall , 1993	6C,DI,TC &AC	TA/ME GR/ME	SAEJ1003	NO_x Fuel Consumption	Hydrocarbon CO Particulates
Reece & Peterson , 1993	6C,DI,TC &IC 8C,PC,NA	RS/ME /D RS/ME /D	On-road vehicle test 364 [hrs] On-road vehicle test 364 [hrs]		Power output Fuel Consumption Smoke Power output Smoke
Scholl & Sorenson , 1993 (U.S.& Denmark)	4C,DI,NA	SB/ME	Various loads BMEP : 50-600 kPa @1800 rpm Retard injiection. Timing 5 deg.	Hydrocarbon	Hydrocarbons Smoke CO NO_x
Schumacher et al. , 1993 (a)	6C,DI,TC DI,TC&IC	SB/ME SB/ME	On-road vehicle test 825 [hrs] & Power Tests On-road vehicle test 535 [hrs] & Power Tests	Power output	Power output
Schumacher et al. , 1993 (b)	4C,DI,TC 6C,DI,TC 6C,DI,TC &IC 4C,DI,NA 4C,DI,NA 4C,DI,TC	SB/ME SB/ME /D	ISO 8178 C1	NO_x (As SB/ME conc. Increased)	Power output Smoke CO Hydrocarbons (As SB/ME conc. Increased)

ENGINE CODES :	FUEL CODES :	
AC = Air-cooled	CS = Cottonseed Oil	/BE = Buty Ester
DI = Direct Injection	GR = Grease	/EE = Ethyl Ester
EGR = Exhaust Gas Recirc	KA = Karaja Oil	/ME = Methyl Ester
IC = Intercooled	PE = Peanut Oil	/D = Diesel Blend
NA = Naturally Aspirated	RB = Ricebran Oil	
NC = No. of Cylinders	RS = Rapeseed Oil	
PC = Precombustion Chamber	SB = Soybean Oil	
TC = Turbocharged	SF = SunFlower Oil	
	TA = Tallow	
	UF = Used Frying Oil	